



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 55.

NUMBER 1.

**Mosonmagyaróvár
2013**

UNIVERSITY OF WEST HUNGARY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
Mosonmagyaróvári
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Közleményei

Volume 55. Number 1.

**Mosonmagyaróvár
2013**

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

Benedek Pál DSc
Hegyi Judit PhD
Kovács Attila József PhD
Kovácsné Gaál Katalin CSc
Kuroli Géza DSc
Manninger Sándor CSc
Nagy Frigyes PhD
Neményi Miklós CMHAS
Pinke Gyula PhD
Porpáczy Aladár DSc
Reisinger Péter CSc
Salamon Lajos CSc
Schmidt János MHAS
Schmidt Rezső CSc
Tóth Tamás PhD
Varga László PhD
Varga-Haszonits Zoltán DSc
Varga Zoltán PhD *Editor-in-chief*

Address of editorial office/A szerkesztőség címe
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Publisher/Kiadja
University of West Hungary Press/Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.



Az őszi búza fenofázisainak agroklimatológiai elemzése hosszú fenológiai sorok alapján

VARGA-HASZONITS ZOLTÁN – VARGA ZOLTÁN

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Matematika, Fizika és Informatikai Intézet
Agrometeorológiai Intézeti Tanszék
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Az őszi búza egyik legfontosabb élelmiszernövényünk, ezért fontosnak láttuk elemezni fenológiai viszonyait és a lehető leghosszabb hazai adatsorok alapján a legváltozékonyabb környezeti adottságok, a meteorológiai tényezők és az őszi búza fejlődése közötti kapcsolatot.

Vizsgálatainkat a Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának agroklimatológiai adatbankja tette lehetővé, amely tartalmazza a fenológiai fázisok bekövetkezési dátumait, a fázistartamok hosszát és a meteorológiai elemek napi értékeit. A fenológiai megfigyelőhelyek az ország különböző földrajzi fekvésű területeit reprezentálják.

Elemzéseink segítségével számszerűsítettük az őszi búza fenológiai jellemzőinek területi változékonyságát, vizsgáltuk e növény termesztésének meteorológiai kockázatát, s emellett a fenológiai viszonyok elemzése módszertani jellegű – az adatok ellenőrzésére és pótlására vonatkozó – következtetések megfogalmazására is lehetőséget biztosított.

Kulcsszavak: őszi búza, fenológia, agroklimatológia, fenofázis.

BEVEZETÉS

A fenológia – az US/IBP Phenology Committee megfogalmazása szerint – a biológiai jelenségek időbeli alakulásával, s időbeli alakulásuknak a biotikus és abiotikus tényezőktől függő okaival és az ugyanazon és a különböző fajták fenofázisai közötti kölcsönhatásokkal foglalkozó tudomány (Shaykewich 1995).

A növények fejlődését, legalábbis a fejlődés szemmel leginkább megfigyelhető jelenségeit az ember régóta ismeri. A gazdasági növények többségénél a kelés, a virágzás és az érés az a három legfontosabb fejlődési jelenség, amelynek alapján a növény fejlettségi állapotát meg szokták ítélni. Ezek a külső, környezeti tényezők szempontjából is kiemelkedő fontosságúak, hiszen a csírázás idején (a vetés és kelés közötti szakaszban) a növény magállapotban

a talajban van, s ekkor a talaj viszonyai (elsősorban a hőmérséklete és nedvességtartalma) vannak rá hatással. A kelés és a virágzás közötti időszak a vegetatív fejlődés időszaka, amelynek a végén, a folyamatos növekedési és differenciálódási folyamatok végeredményeként a növény felveszi a fajra és fajtára jellemző alakot és nagyságot, s végül a virágzás és az érés közötti időszak, a reprodukzív időszak, amelynek során a növény létrehozza az utódait, ezzel biztosítva a faj fennmaradását.

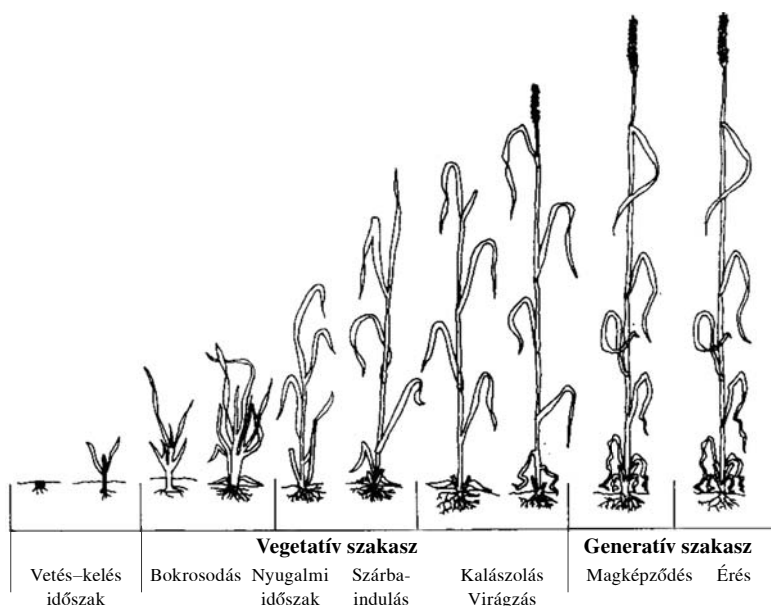
Az utóbbi időben nagy hangsúly helyeződött az éghajlati hatások fenofázisok alatti alakulásának, valamint a fenofázisok bekövetkezésére gyakorolt hatásának vizsgálatára. Ennek oka abban keresendő, hogy mind inkább általánossá vált az a felismerés, hogy az éghajlat nem állandó, az éghajlati viszonyok évről-évre ingadoznak és ezek az ingadozások rövidebb-hosszabb tendenciákat mutatnak. Mezőgazdasági szempontból azért érdekesek e vizsgálatok, mert az agrotechnikai (öntözés, műtrágyázás) és a növényvédelmi eljárások alkalmazása szorosan kötődik a fenológiai időpontokhoz (*Streck et al.* 2003, *Shaykewich* 1995). Ezeknek a vizsgálatoknak agroklímológiai szempontból egyrészt abban van a jelentősége, hogy az éghajlat–növény kapcsolatokra kapott eredményeket célszerű mindig az adott éghajlati viszonyokkal összevetve elemezni, másrészt – változékonny éghajlati viszonyok esetén – a gyakorlati célra készülő fenológiai előrejelzésekkel kapcsolatban is felmerül a kérdés, hogy a keletkezésüktől eltérő éghajlati viszonyok esetén mennyire érvényesek. Előfordulhat, hogy az éghajlati viszonyok kismértékű megváltozása is jelentős változást okozhat az extrém jelenségek előfordulásában (*Porter and Gawith* 1999).

A rendelkezésünkre álló több évtizedes fenológiai idősorok lehetővé teszik a számunkra, hogy a szükséges agroklímológiai elemzéseket elvégezzük.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának agroklímológiai adatbankja teszi lehetővé, amely meteorológiai és növényi adatokat egyaránt tartalmaz. A meteorológiai adatok az Országos Meteorológiai Szolgálat megfigyelő hálózata által észlelt adatok, a növényi adatok pedig egyrészt a volt Fajtakísérleti Intézet által működtetett kísérleti telepek megfigyeléseiből, másrészt az Országos Meteorológiai Szolgálat növényfenológiai megfigyelő hálózatának megfigyeléseiből származnak. A megfigyeléseket egységes útmutató alapján végezték (*Varga-Haszonits és Lexa* 1967).

A különböző növények esetében természetesen különböző egyéb megfigyelhető fenofázisokat is fel szoktak jegyezni. A gabonaféléknél például a vetést, a bokrosodást, a szárbaindulást és kalászolást. A gyümölcsfák esetében a nedvkeringés tavaszi megindulását, a rügyezést, a virágzás kezdetét és végét és a lombhullást. A megfigyelt jelenségek növényenként is változhatnak. Az elemzésünkben használt, őszi búzára vonatkozó tenézszi időszak felosztást az *1. ábra* mutatja be. Általában a hazai növénytermesztési irodalmak is ezt a tagolást veszik alapul (*Szabó* 1986, *Kováts* 1996).



1. ábra Az őszi búza fontosabb fenofázisai Doorenbos és Kassam (1986) alapján

Figure 1. Important phenological stages of winter wheat on the base of Doorenbos and Kassam (1986)

A fenológiai adatok

A hatásvizsgálat elvégzéséhez szükségünk van két egymás utáni fenofázis bekövetkezési időpontjának (F_1 és F_2), a köztük lévő időtartam hosszának (n), illetve az egyik fenofázisból a másikba történő átmenet sebességének ($1/n$) az ismeretére. A két fenofázist megfigyeljük, időpontjait feljegyezzük, s az év napjainak sorszámaival (az év napjainak január 1-től történő számozásával) számadatként rögzítjük. Ekkor a két fenofázis közötti időtartam (n):

$$n = F_2 - F_1 \quad (1)$$

Az egyik fenofázisból a másikba történő átmenet sebességét, vagyis a fejlődés ütemét (DS = developmental stage) pedig az időtartam reciprokával ($1/n$) fejezzük ki:

$$DS = 1/n \quad (2)$$

A fenológiai fázisok szemmel jól megfigyelhető jelenségek, s így a növényi fejlődés egy napra eső hányada segítségével közvetett módon meghatározható.

Fejlődési ütemen tehát azt a folyamatsebességet értjük, amellyel a növény az egyik fejlettségi állapotból átmegy a másikba (Charles-Edwards *et al.* 1986). A fenológiai megfigyelési adatokból mennyiségileg a két egymást követő fenofázis közötti időszak (napok) reciprokaként számítjuk (lásd a (2) összefüggést!). Ugyanis, ha a két fenofázis közötti átmeneti időszakot tekintjük egységnek (vagy 100%-nak), akkor a reciproktól azt mutatja, hogy egységnyi időre ennek hányad része (vagy hány százaléka) jut.

A fenológiai adatok feldolgozásánál figyelembe vettük a hazai és nemzetközi tapasztalatokat (Varga-Haszonits 1973a), a fajtaváltozásokkal kapcsolatban pedig ezeket még további vizsgálatokkal is kiegészítettük (Varga-Haszonits 1973b, Varga-Haszonits 1977), amelyek megerősítették, hogy az azonos érési idejű fajták agrometeorológiai szempontból egységesen kezelhetők.

A meteorológiai adatok

A meteorológiai adatok közül elsősorban azokat az adatokat vettük figyelembe, amelyek jelentős befolyást gyakorolnak az őszi búza fejlődésére. A fitotronban végzett vizsgálatok és a szántóföldi kísérletek eredményei azt mutatják, hogy a termikus elemek közül a hőmérséklet, a nappalhosszúság és a sugárzás, a higrikus elemek közül pedig a talajnedvesség és a párolgás játszik szerepet az őszi búza fejlődésében.

A hőmérséklet a meteorológiai állomásokon rendszeresített hőmérőházakban mért értéket jelent, a nappalhosszúságot (t) pedig csillagászati adatokból határoztuk meg (Varga-Haszonits és Tölgyesi 1990):

$$t = (2\omega/2\pi) \cdot \tau \quad (3)$$

ahol ω az óraszög, amelyet a következőképpen számíthatunk ki:

$$\omega = \arccos(\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta) \quad (4)$$

A φ a hely földrajzi szélessége, a δ az adott helyen a Nap deklinációja. A φ értékek általában ismeretesek, a δ értékei pedig a csillagászati évkönyvekből kivehetők. Amennyiben ez utóbbi valamilyen oknál fogva nem áll rendelkezésünkre, akkor a Spencer-formulát lehet használni (Paltridge és Platt 1976):

$$\delta = 0,006918 - 0,399912 \cdot \cos u + 0,070257 \cdot \sin u - 0,006758 \cdot \cos^2 u + 0,000307 \cdot \sin^2 u - 0,002697 \cdot \cos^3 u + 0,001480 \cdot \sin^3 u \quad (5)$$

ahol az u értékét a következő összefüggés adja meg:

$$u = (2\pi/365) \cdot n_k \quad (6)$$

ahol n_k az év k -adik napja, ha a január 1-et nullának, a december 31-et pedig 365-nek vesszük.

Ha az ω óraszögmértéket óraegységekben akarjuk megadni, akkor abból kell kiindulnunk, hogy egy nap időtartama: $\tau = 24$ óra (illetve 1440 perc vagyis 86400 másodperc), amely idő alatt a Nap egy teljes kört ír le ($2\pi = 360^\circ$), ezért t a napkeltétől a napnyugtáig terjedő időt adja meg.

A relatív talajnedvesség értékeit a tényleges talajnedvesség és a maximális hasznos talajnedvesség közötti különbségnek (a tényleges hasznos víztartalomnak) a maximális hasznos talajnedvességhez viszonyított arányában fejeztük ki:

$$w = (TVT - HP) / (VK - HP) \quad (7)$$

ahol w relatív talajnedvesség, vagyis a hasznos víztartalomnak a maximális hasznos víztartalom (hasznos vízkapacitás) századaiban kifejezett értéke, TVT a tényleges víztartalom, HP a hervadáspont és VK a szabadföldi vízkapacitás.

EREDMÉNYEK

A FENOLÓGIAI JELENSÉGEK STATISZTIKAI JELLEMZÉSE

A fenológiai jelenségekkel kapcsolatban – mint azt már az Anyag és módszer részben ismertettük – a bekövetkezésük időpontját, a két egymást követő fenofázis közötti időtartamot és az egyik fenofázisból a másikba történő átmenet sebességét (a fejlődési ütemet) szokták megvizsgálni.

A fenológiai jelenségek bekövetkezésének időpontjai

A hosszú fenológiai adatsorok alapján meghatározott bekövetkezési időpontok adataiból meg lehet határozni, hogy az egyes fenofázisok mikor jelentkeztek legkorábban, mi tekinthető a hosszú sorok alapján átlagos bekövetkezési időpontjuknak és mikor volt a legkésőbbi időpontjuk.

Tudjuk, hogy a vetés időpontja nemcsak a természeti tényezőktől, hanem az embertől is függ. Ezért bizonyos mértékben a kelés is. Így ezek a fenofázisok egyes esetekben nagyobb ingadozást is mutathatnak, mint az alapvetően a természeti tényezőktől függő tavaszi fenofázisok. Az *1. táblázatban* látható hosszú fenológiai sorok átlagai azonban ezt kevésbé mutatják. Az adatok észak-déli irányban is csak kisebb mértékű változást mutatnak, a délre fekvő Székkutason általában korábban következnek be a fenológiai jelenségek, mint az északabbra fekvő Mosonmagyaróváron. Ez érthető, mert hazánk területén mindössze három szélességi kör (a 46., a 47. és a 48.) fut keresztül.

1. táblázat Az őszi búza fenológiai fázisainak átlagos bekövetkezési időpontjai

Table 1. The average dates of winter wheat phenological stages

Hely (1)	Időszak (2)	Vetés (3)	Kelés (4)	Szárba- indulás (5)	Kalászás (6)	Virágzás (7)	Teljes érés (8)
Debrecen	1954/55–1993/94	10. 16.	11. 05.	04. 22.	05. 23.	05. 28.	07. 09.
Iregszemcse	1954/55–1983/84	10. 14.	10. 28.	04. 21.	05. 22.	05. 29.	07. 08.
Kompolt	1954/55–1996/97	10. 15.	10. 27.	04. 27.	05. 24.	05. 31.	07. 07.
Moson- magyaróvár	1954/55–1996/97	10. 17.	11. 03.	04. 23.	05. 25.	05. 31.	07. 10.
Székkutas	1954/55–1998/99	10. 18.	10. 25.	04. 16.	05. 21.	05. 27.	07. 05.
Szombathely	1954/55–1997/98	10. 16.	11. 02.	04. 24.	05. 24.	05. 31.	07. 11.
Tordas	1954/55–1991/92	10. 15.	11. 01.	04. 25.	05. 23.	05. 29.	07. 08.

(1) Experimental site; (2) Time period; (3) Sowing; (4) Emergence; (5) Shooting; (6) Heading; (7) Flowering; (8) Ripening

Két egymást követő fenofázis közötti időtartam

A *2. táblázatból* is látható, hogy az ország egyes megfigyelőhelyein az őszi búza fenológiai fázisainak átlagos tartamai között nincsen jelentős különbség. Ez tapasztalható a tenyészidőszak hosszának alakulásában is. Az őszi búza tenyészidőszaka – amint a hosszú fenológiai adatsorok is mutatják – lényegében 260 és 270 nap között változott.

2. táblázat Az őszi búza fenológiai fázisai közötti időszak átlagos hossza (nap)

Table 2. The average duration of winter wheat phenological phases (days)

Hely (1)	Időszak (2)	Vetés– kelés (3)	Kelés– szárbaindulás (4)	Szárbaindulás– kalászás (5)	Kalászás– teljes érés (6)	Tenyész- időszak (7)
Debrecen	1954/55–1993/94	19	168	31	47	265
Iregszemcse	1954/55–1983/84	14	174	31	48	267
Kompolt	1954/55–1996/97	20	174	27	44	265
Moson- magyaróvár	1954/55–1996/97	17	171	32	46	266
Székkutas	1954/55–1998/99	23	157	34	45	259
Szombathely	1954/55–1997/98	17	174	30	48	269
Tordas	1954/55–1991/92	17	175	28	46	266

(1) Experimental site; (2) Time period; (3) Sowing–emergence; (4) Emergence–shooting; (5) Shooting–heading; (6) Heading–ripening; (7) Growing season

Az átlagos napi fejlődési ütem

A (2) egyenlet segítségével meghatároztuk a napi átlagos fejlődési ütemet. Az értékeket a 3. táblázatban százalékban adtuk meg.

3. táblázat Az őszi búza átlagos napi fejlődési üteme (%)
az egyes fenológiai fázisok közötti időszakokban

Table 3. The average daily developmental rate (%)
of winter wheat phenological phases

Hely (1)	Időszak (2)	Vetés– kelés (3)	Kelés– szárbaindulás (4)	Szárbaindulás– kalászás (5)	Kalászás– teljes érés (6)	Tenyész- időszak (7)
Debrecen	1954/55–1993/94	7,7%	0,6%	3,5%	2,2%	0,4%
Iregszemcse	1954/55–1983/84	8,1%	0,6%	3,8%	2,1%	0,4%
Kompolt	1954/55–1996/97	6,9%	0,6%	4,3%	2,3%	0,4%
Mosonma- gyaróvár	1954/55–1996/97	7,7%	0,6%	3,5%	2,2%	0,4%
Székkutas	1954/55–1998/99	7,5%	0,7%	3,2%	2,3%	0,4%
Szombathely	1954/55–1997/98	7,9%	0,6%	3,6%	2,1%	0,4%
Tordas	1954/55–1991/92	7,0%	0,6%	3,8%	2,2%	0,4%

(1) Experimental site; (2) Time period; (3) Sowing–emergence; (4) Emergence–shooting; (5) Shooting–heading; (6) Heading–ripening; (7) Growing season

A 3. táblázatból látható, hogy hazánk területén az őszi búza különböző fenofázisai az egyes megfigyelőhelyeken közel azonos ütemben mennek végbe. A legnagyobb ingadozás a vetés–kelés szakaszban tapasztalható, amely – mint már említettük – a természeti tényezők mellett erősen függ az emberi tevékenységtől is. Erdélyi *et al.* (2008) számítógépes szimulációk alapján arra a következtetésre jutottak, hogy várhatóan ez a kezdeti fejlődési időszak mutatja majd a legjelentősebb változást a felmelegedési folyamat előrehaladásának következtében.

A KÜLÖNBÖZŐ FAJTÁK FENOFÁZISAI KÖZÖTTI KAPCSOLAT

A fajták közötti összefüggés egy adott helyen

A fenológiai adatok gyűjtésénél az alapvető problémát a fajta megválasztása okozza. Az első leküzdendő nehézség abból adódik, hogy egy adott helyen is – hosszabb időszakot figyelembe véve – változik a termesztett fajta, mivel egy bizonyos idő után többnyire nagyobb termékenységgű fajták termesztésére térnek át. Így történt ez hazánkban is, amikor az 1960-as években az addig legnagyobb területen termesztett *Bánkúti 1201* őszi búza-fajta termesztéséről áttértek az intenzív fajták (pl. *Bezostaja 1*, majd a különböző martonvásári nemesítésű fajták) termesztésére. Ma már a vetésterület egészen intenzív fajtákat termesztenek, amelyek a korábbinál is gyorsabb fajtarotációban követik egymást. A *Bánkúti 1201* fajta közel 40 évig volt köztermesztésben, de a 15–20 éves élettartam nem volt ritka. Ez az intenzív fajtáknál – a nagyobb és folyamatosan növekvő követelmények miatt – lecsökkent 5–6 évre (Szabó 1986, 1996).

A másik nehézséget pedig az jelenti, hogy azonos időben különböző helyeken különböző fajtákat termesztnek, s így nehéz azonos időszakra sok helyre összehasonlítható fenológiai adatokat gyűjteni.

A fenológiai adatgyűjtésnél tehát állandóan számolni kell a fajták tér- és időbeli változásaival. Ahhoz, hogy térben és időben összehasonlítható adatsorokkal rendelkezünk, mindenekelőtt az említett nehézséget kell áthidalnunk.

Ismeretes a szakirodalomból, hogy az azonos tenyészidejű fajták többnyire azonos módon reagálnak a meteorológiai hatásokra. Ez csak akkor lehetséges, ha a vizsgált fajtáknál az egyes fenofázisok megközelítően azonos időpontokban következnek be. Ekkor pedig a fajták fenofázisainak időpontjai között szoros kapcsolatnak kell lenni. A búzákra vonatkozó vizsgálata során erre már Mándy (1960) rámutatott: „...a magyar búzák között még változott tenyésztési körülmények között sincsen lényegesebb eltérés a fenológiai jelenségek megmutatkozásában.” Hasonló megállapításra jutott Szakály (1963) is a hazai búzafajták fenológiai vizsgálata során. E tapasztalati megállapítások az egyes adatsorok esetében összefüggés-vizsgálatokkal ellenőrizhetők.

Egy ilyen vizsgálat eredményeit mutatjuk be a 4. táblázatban (Varga-Haszonits 1973b; Varga-Haszonits 1977). Hat állomásra (Debrecen, Farkasmajor, Iregszemcse, Karcag, Táplánszentkereszt, Tordas) vonatkozóan rendelkezünk a *Bánkúti 1201*, a *Fertődi 293*, a *Fleischmann 481* és a *Bezostaja 1* fajták viszonylag hosszabb (5–10 éves), párhuzamos fenológiai adataival.

Az összefüggések korrelációs koefficiensei minden fajtára és fázisra 0,9 feletti. Ez azt mutatja, hogy ha a köztermesztésben bekövetkező fajtaváltások során a régi és az új fajta fenofázisai között szoros kapcsolat van, akkor

- a régi és az új fajta adatai egyetlen idősorba egyesíthetők,
- segítségükkel a hiányzó adatok pótolhatók, s
- a rövidebb sorozatok kiegészíthetők.

Agrometeorológiai szempontból az a legfontosabb, hogy azok a fajták (az azonos érési idejű fajták), amelyek fenofázisai között szoros kapcsolat van, megközelítőleg azonos módon reagálnak a meteorológiai hatásokra.

4. táblázat Az azonos érési idejű fajták fenológiai jelenségei
közötti kapcsolat korrelációs koefficiensei

Table 4. Correlation coefficients of phenological stages
of different winter wheat varieties

Fenofázisok (1)	Bánkúti 1201		
	Fleischmann 481	Fertődi 293	Bezostaja 1
	Korrelációs koefficiensek (2)		
Kelés (3)	0,99	0,99	0,98
Szárbaindulás (4)	0,99	0,97	0,96
Kalászás (5)	0,98	0,94	0,98
Viaszérés (6)	0,92	0,94	0,97

(1) Phenological stages; (2) Correlation coefficients; (3) Emergence; (4) Shooting; (5) Heading; (6) Ripening

A fenofázisok közötti kapcsolat különböző helyeken

Hazánk a 45,8 fok és a 48,6 fok északi szélességek között terül el, a tenger szintje felett mintegy 70 m és 1000 m közötti magasságban. A két földrajzi szélesség közötti különbség mindössze 2,8 fok, ami 308 km szélességet jelent. Tudjuk azt, hogy a napsugárzás intenzitása és a hőmérséklet is délről észak felé haladva csökken, a nappalhosszúság ingadozása pedig növekszik. Mivel ezek az elemek hatással vannak a növényfejlődésre, megvizsgáltuk, hogy az egyes fenofázisok délről észak felé haladva milyen összefüggésben vannak egymással (5. táblázat). Egy ilyen elemzés gyakorlati szempontból arra világít rá, hogy ha egy fajtát az országon belül egyik helyről egy másikra viszünk át, akkor a fenofázisokban milyen eltolódások várhatók. Módszertani szempontból pedig azt mutatja meg, hogy egy fenológiai megfigyelőhely hibás vagy hiányzó adatai milyen távolságban fekvő másik állomás adataival helyettesíthetők.

Az őszi időszak fenológiai jelenségeit, a vetést és a kelést nem vizsgáltuk, mert a vetés erősen függ az emberi tényezőtől is, s ennek következtében a kelés időpontjában is szerepe van ennek a tényezőnek. Tavasszal azonban már az egyes fenofázisok jelentős mértékben a meteorológiai tényezők hatása alatt vannak. Megvizsgáltuk tehát azt, hogy az országon belül, a hét megfigyelőállomást figyelembe véve, milyen kapcsolat van az egyes fenofázisok között. Látható hogy a tavaszi fenofázisok közül a leggyengébb összefüggéseket a szárbaindulás mutatja. Az összefüggések azonban a Debrecen és Mosonmagyaróvár közötti szárbaindulási adatok kivételével még itt is 5%-os szinten szignifikánsak. A többi fenofázis esetén (kalászás, virágzás, teljesérés) az összefüggések még az 1%-os szinten is szignifikánsak.

Ezek a hosszú fenológiai sorok alapján meghatározott összefüggések tehát azt mutatják, hogy figyelembe véve hazánk szélességi körök szerinti viszonylag kis kiterjedését, az egyes fenofázisok közötti kapcsolatok szorosak. Az egymáshoz legközelebb fekvő állomások vagy az egymással legszorosabb összefüggést mutatók adatai alapján a hibás adatok kiszűrhetők, a hiányzó adatok pedig jó közelítéssel pótolhatók.

5. táblázat Összefüggés-vizsgálatok különböző helyeken megfigyelt azonos fenofázisok között (korrelációs koefficiens értékek)

Table 5. Correlation coefficients of winter wheat phenological stages of different experimental sites

	Debrecen	Ireg-szemcse	Kompolt	Moson-magyaróvár	Székkutas	Szombathely	Tordas
<i>Szárbaindulás (1)</i>							
Debrecen	1	0,37	0,58	0,25	0,55	0,54	0,68
Iregszemcse		1	0,57	0,69	0,50	0,33	0,76
Kompolt			1	0,45	0,48	0,57	0,69
Moson-magyaróvár				1	0,41	0,37	0,71
Székkutas					1	0,47	0,54
Szombathely						1	0,62
Tordas							1
<i>Kalászás (2)</i>							
Debrecen	1	0,76	0,67	0,69	0,66	0,51	0,62
Iregszemcse		1	0,87	0,83	0,61	0,73	0,83
Kompolt			1	0,69	0,61	0,59	0,78
Moson-magyaróvár				1	0,55	0,54	0,83
Székkutas					1	0,61	0,64
Szombathely						1	0,78
Tordas							1
<i>Virágzás (3)</i>							
Debrecen	1	0,86	0,62	0,73	0,66	0,64	0,62
Iregszemcse		1	0,73	0,90	0,76	0,84	0,91
Kompolt			1	0,71	0,69	0,63	0,75
Moson-magyaróvár				1	0,65	0,77	0,87
Székkutas					1	0,68	0,75
Szombathely						1	0,86
Tordas							1
<i>Teljes érés (4)</i>							
Debrecen	1	0,82	0,71	0,68	0,61	0,61	0,82
Iregszemcse		1	0,77	0,78	0,72	0,71	0,90
Kompolt			1	0,58	0,62	0,62	0,69
Moson-magyaróvár				1	0,51	0,70	0,85
Székkutas					1	0,57	0,63
Szombathely						1	0,76
Tordas							1

(1) Shooting; (2) Heading; (3) Flowering; (4) Ripening

AZ ŐSZI BÚZA VEGETÁCIÓS PERIÓDUSA ÉS A METEOROLÓGIAI ELEMEEK

Az őszi búza – mint áttelelő növény – vegetációs periódusa magába foglal egy hideg időszakot is, amelynek során a növény élettevékenységének intenzitását jelentős mértékben lecsökkenti vagy szünetelteti. Környezeti szempontból a növény vegetációs periódusát három fő szakaszra szokták tagolni:

- a vetés–kelés időszakra, amikor a növényre elsősorban a talajviszonyok vannak hatással;
- a kelés–virágzás közötti vegetációs fejlődési szakaszra, amelynek végén a növény a legérzékenyebb a meteorológiai viszonyokra és
- a virágzás–érés időszakra, a generatív fejlődési szakaszra, amikor a környezeti tényezők hatása inkább gyengébb, s hatásuk csak közvetlen a virágzást követő rövid időszakokban intenzív.

Először a teljes vegetációs periódust vizsgáltuk, azután pedig az említett szakaszok alatti meteorológiai viszonyokat.

A tenyészidőszak hosszának fenológiai jellemzői

Hazánkban – amint az 1. táblázatból látható – az őszi búza tenyészidőszaka általában az október második dekádjában történő vetéstől a rendszerint július első dekádjában bekövetkező teljes éréig tart. Ennek az időszaknak a tartama átlagosan 260–270 nap. A leghosszabb tenyészidőszak az elmúlt 30–40 évben 291 nap volt, a legrövidebb pedig 235 nap, azaz az ingadozás $\pm 10\%$ -on belüli (6. táblázat).

6. táblázat Az őszi búza tenyészidőszakának fenológiai jellemző értékei
1954/55 és 1998/99 között

Table 6. Statistical values of the growing season of winter wheat (1954/55–1998/99)

Vegetációs periódus (nap) (1)	Debrecen év = 40	Ireg- szemcse év = 30	Kompolt év = 43	Moson- magyaróvár év = 43	Szék- kutas év = 45	Szom- bathely év = 44	Tordas év = 38
Maximum (2)	281	287	291	289	277	291	285
Átlag (3)	265	267	265	266	259	269	266
Minimum (4)	239	249	242	247	235	243	253
Szórás (5)	9,86	9,21	11,42	10,47	8,83	11,14	8,71
Var. koeff. (6)	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03

(1) Growing season (days); (2) Maximum; (3) Average; (4) Minimum; (5) Deviation; (6) Coefficient of variation

A 7. táblázatból jól kivehető, hogy 251 nap és 280 nap közötti hosszúságú tenyészidőszakok fordulnak elő a legnagyobb (80–92%-os) gyakorisággal. A 251 napnál rövidebb vagy a 280 napnál hosszabb tenyészidőszakok viszonylag ritkán fordulnak elő. A hűvösebb területeken fekvő Mosonmagyaróváron és Szombathelyen valamivel gyakoribbak a hosszabb tenyészidőszakok (az esetek 9–14%-ában lehet ezekre számítani), a melegebb területen lévő Székkutasen pedig inkább (13%-ban) a kissé rövidebb tenyészidőszakok. Ezek a különbségek azonban nem jelentősek, inkább csak tendenciákat jelölnek.

7. táblázat Az őszi búza-tenyészidőszak hosszúságának
előfordulási gyakoriságának értékei (év) 1954/55 és 1998/99 között

Table 7. Frequency of length of winter wheat growing season (1954/55–1998/99)

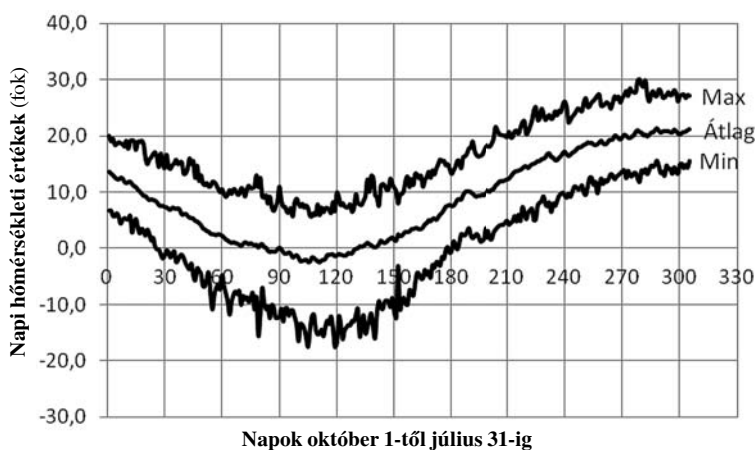
Vegetációs periódus (nap) (1)	Debrecen év = 40	Ireg- szemcse év = 30	Kompolt év = 43	Moson- magyaróvár év = 43	Szék- kutas év = 45	Szombat- hely év = 44	Tordas év = 38
221–230	0				0		
231–240	1	0	0	0	1	0	
241–250	3	2	5	2	6	2	0
251–260	5	5	9	12	18	8	11
261–270	17	12	15	15	14	16	12
271–280	13	9	11	10	6	11	12
281–290	1	2	2	4	0	6	3
291–300	0		1	0	0	1	0

(1) Growing season (days)

A tenyészidőszak meteorológiai jellemzői

A hőmérséklet és a talajban lévő nedvesség az a két alapvető fontosságú meteorológiai elem, amire a növénynek a fejlődéséhez és a növekedéséhez szüksége van.

Az őszi vetési időpont miatt a növény fejlődése viszonylag magasabb hőmérsékletek mellett indul el, majd következik egy hideg időszak, s végül a tavaszi felmelegedés után jut el az érésig. Ezt a tenyészidőszak alatti hőmérsékleti menetet a 2. ábrán láthatjuk.



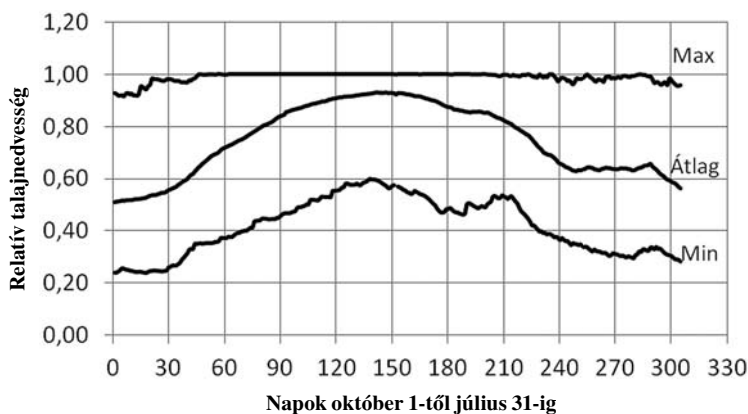
2. ábra A hét állomáson az őszi búza tenyészidőszaka folyamán
mért napi hőmérsékletek 1951–2000 közötti átlagértékei

Figure 2. Time variability of daily temperature values during winter wheat growing season on the base of data of 7 experimental sites (1951–2000)

(x axis: number of days from 1st Oct to 31st July; y axis: daily temperature values)

A 2. ábra azt mutatja, hogy október hónapban – a vetés időpontja körüli időszakban – a napi középhőmérsékletek 50 évi átlagban 10 fok körül ingadoznak. Ezt követően a napi hőmérsékleti értékek fokozatosan süllyednek, s a minimumok december közepétől március elejéig -10 alatt is lehetnek. Ezek különösen hótakaró nélküli időszakban kedvezőtlenek az őszi búzára. A tavaszi hőmérsékletemelkedés következtében május közepétől már 30 fok körüli értékek is előfordulhatnak, amelyek – éppen a magtöltődés időszakában – kedvezőtlenül befolyásolhatják az őszi búza szerves anyagának gyarapodását.

Az őszi búza tenyészidőszaka alatti talajnedvesség alakulását a 3. ábrán mutatjuk be. Október hónapban – az őszi búza vetése idején – a talajnedvesség minimumának értékei megközelíthetik a hasznos víztartalom 20%-át, ami a növények csírázása szempontból már a kritikus értéket jelenti (van Keulen és Seligman 1987). Különösen az alföldi megfigyelőhelyeken (Debrecen, Kompolt, Székkutas) tapasztalható, hogy ebben az időszakban napokon át a maximális hasznos víztartalom 20%-a alatt maradhat a talajnedvesség. November hónaptól, amikor a csapadéknak másodmaximuma van hazánkban, a fokozatosan csökkenő hőmérséklet miatt pedig a párolgás lecsökken, a talaj nedvességtartalma emelkedni kezd egészen a télvégi maximum értékig. Az őszi gabonák tenyészidőszakának jellegzetessége hazánkban, hogy a január–februári csapadékminimum idején van a talajnedvesség maximuma. Ekkor bár kevés csapadék esik, az alacsony hőmérsékletek miatt annak is legfeljebb csak a tizede tud elpárologni, így a talajfelszínre érkező csapadék folyamatosan feltölti a talajt vízzel. A fagyott talajra hullott csapadék és a felhalmozódott hó mennyiség pedig a tavaszeleji felmelegedés során kerül a talajba. Ez a jelenség elsősorban a talajnedvesség menetének minimum görbéjén látszik meg, ahol még 50 évi átlagban is egy tavaszi emelkedés mutatkozik. A talaj tavaszi vízellátottsága tehát kedvező a növények számára (3. ábra).



3. ábra A hét állomásra az őszi búza tenyészidőszaka folyamán meghatározott napi talajnedvesség-tartalom 1951–2000 közötti átlagértékei

Figure 3. Time variability of relative soil moisture values during winter wheat growing season on the base of data of 7 experimental sites (1951–2000)

(x axis: number of days from 1st Oct to 31st July; y axis: daily soil moisture values)

A VEGETÁCIÓS PERIÓDUSON BELÜLI IDŐSZAKOK METEOROLÓGIAI JELLEMZÉSE

A vetés–kelés időszak

Az őszi búza vetése – a világméretű meteorológiai hálózat 71 különböző helyen működő állomása alapján – általában azokban a hónapokban történik, amikor a napi középhőmérséklet 8 és 16 fok között változik (*Porter és Gawith* 1999). A vetés–kelés időszak léghőmérsékleti minimuma 2,4 fok és 4,6 fok között változik, az optimum 20,4 fok és 23,6 fok, a maximum pedig 31,8 fok és 33,6 fok között ingadozik.

Hazánkban az őszi búza vetése általában október első két dekádjában történik. Ebben az időszakban a napi középhőmérsékletek nálunk is nagy valószínűséggel az említett 8 és 16 fokok határok között ingadoznak (8. táblázat). A hosszú fenológiai sorok alapján megállapítható, hogy ha a vetés későbbi időpontban és alacsony hőmérsékletek mellett történt, akkor a kelés áthúzódott a következő évre.

8. táblázat Az egyes fenofázisok alatti hőmérsékleti viszonyok statisztikai jellemzői

Table 8. Statistical values of temperature conditions during winter wheat phenological phases

	Debrecen	Ireg-szemcse	Kompolt	Moson-magyaróvár	Szék-kutas	Szombat-hely	Tordas
Vetés–kelés időszak (1)							
Maximum (2)	14,4	15,1	15,6	13,4	14,1	15,5	15,5
Átlag (3)	8,8	10,4	9,5	8,5	8,8	8,6	9,4
Minimum (4)	2,5	6,2	3,4	2,4	0,8	2,1	4,6
Szórás (5)	3,07	2,50	2,89	2,56	3,22	2,79	2,66
Var. koeff. (6)	0,35	0,24	0,31	0,30	0,37	0,33	0,28
Kelés–szárbaindulás időszak (7)							
Maximum	4,3	6,1	5,3	5,2	12,2	4,3	5,5
Átlag	2,7	3,2	2,9	3,0	3,2	2,7	3,0
Minimum	0,2	0,9	-0,1	0,8	0,9	-0,1	0,8
Szórás	1,04	1,08	0,95	0,96	1,72	0,93	0,95
Var. koeff.	0,39	0,33	0,33	0,32	0,54	0,35	0,32
Szárbaindulás–virágzás időszak (8)							
Maximum	20,1	21,9	22,3	17,8	19,0	18,7	22,2
Átlag	14,9	14,2	15,3	14,4	14,4	13,8	14,8
Minimum	11,6	10,3	12,0	10,7	11,8	11,2	11,5
Szórás	1,90	2,36	2,00	1,83	1,84	1,59	2,05
Var. koeff.	0,13	0,17	0,13	0,13	0,13	0,12	0,14
Virágzás–teljes érés időszak (9)							
Maximum	23,2	23,5	22,6	22,0	22,2	20,9	22,6
Átlag	19,1	18,9	19,1	18,5	19,3	17,9	19,1
Minimum	16,8	17,0	16,8	16,4	17,1	16,3	16,7
Szórás	1,36	1,35	1,24	1,07	1,28	1,03	1,37
Var. koeff.	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07

(1) Sowing–emergence; (2) Maximum; (3) Average; (4) Minimum; (5) Deviation; (6) Coefficient of variation;

(7) Emergence–shooting; (8) Shooting–flowering; (9) Flowering–ripening

A fenológiai fejlődés a mag csírázásával kezdődik. Ebben az időszakban a talaj viszonyai fontosabbak a növény számára, mint a talaj feletti környezeté. Elsősorban a talaj hőmérséklete és nedvességtartalma van rá hatással. Egyes kutatók szerint a talajhőmérsékletnek 5 fok felett kell lennie (Porter és Gawith 1999), a talaj nedvességtartalmának pedig meg kell haladnia a hervadáspont nedvességtartalmának 1,2-szeresét. Ha ez nem történik meg, akkor a csírázás kezdete után négy nappal a folyamat megáll, majd az újranedvesedés után folytatódik attól a ponttól, ahol megállt (van Keulen és Seligman 1987). A relatív talajnedvességet figyelembe véve tehát a talajnedvességnek a maximális hasznos víztartalom (szántóföldi vízkapacitás – holtvíztartalom) 20%-a felett kell lennie, hogy a folyamat zavartalanul menjen végbe.

A kelés–virágzás időszak

Ez az időszak a növény vegetatív fejlődésének időszaka, amelynek végén a növény eléri a fajra és fajtára jellemző alakot és nagyságot. Ezt az időszakot azonban célszerű felosztani két részre (Streck *et al.* 2003). Ugyanis a kelés után a növény folyamatosan csökkenő hőmérsékleti viszonyok közé kerül, majd egy hideg időszakon megy keresztül, s április vége és május eleje táján, a kalászosítás idején kerül ismét hasonló hőmérsékleti viszonyok közé, mint amilyenek a vetés időszakát jellemezték. A kalászosítás és virágzás közötti időszakban már lényegesen magasabb hőmérsékletek a jellemzőek. Amíg a kelés és szárbaindulás közötti időszak átlaghőmérséklete 2,7 és 3,2 fok között ingadozik, addig a szárbaindulás és virágzás közötti időszak középhőmérséklete 13,8 és 15,3 fok között változik (8. táblázat).

A kelés–kalászosítás időszak jellemzése. Az őszi gabonaféléket már ősszel el kell vetni ahhoz, hogy virágozzanak és a vegetációs periódus végén termést hozzanak. Ez a tapasztalat a növények alacsony hőmérsékletek iránti igényével van összefüggésben. Az alacsony hőmérsékleteknek a virágzást indukáló hatását nevezzük vernalizációnak. Ha nagyon erős a lehűlés és hótakaró sem védi a növényt, akkor –15 fok alatti hőmérsékletek esetén már fellép a kifagyás jelensége, ami –20 fok alatti hőmérsékletek esetén még nagyobb károkat tud okozni. Ez utóbbi jelenség azonban hazai teleinken nem gyakori jelenség (lásd 2. ábra).

A kalászosítás–virágzás időszak jellemzése. Egyes növényeknél a virágzás idején különböző problémák léphetnek fel, ha az adott növény származási helyének viszonyaitól eltérő nappalhosszúság mellett kívánják termesztetni. Egyes növények ugyanis csak rövidnappalos, más növények csak hosszúnappalos megvilágítás mellett virágoznak. A nappalok hosszának változása a napi világos és sötét időszakok hosszának a változását jelenti. Ezt a jelenséget nevezik fotoperiodizmusnak. Vannak olyan növények is, amelyek a környezeti viszonyokkal szemben nem támasztanak ilyen igényt, ezek a megvilágítás hosszától függetlenül képesek virágozni.

A virágzás–teljesérés időszaka

A virágzástól az érésig terjedő időszak a növények fejlődésének generatív szakasza. Ilyenkor megy végbe a magképződés, amely lehetővé teszi a növény számára, hogy utódai a

következő vegetációs periódusban is létezhesse. A meteorológiai tényezők ebben az időszakban is jelentősen befolyásolják a növényfejlődést: lassíthatják vagy gyorsíthatják az érés folyamatát.

A METEOROLÓGIAI ELEMÉK ÉS AZ ŐSZI BÚZA FEJLŐDÉSI ÜTEME

A múlt század közepétől hálózatszerűen végzett hazai megfigyelések lehetővé teszik, hogy néhány évtizedes fenológiai adatsorok alapján megvizsgáljuk, hogy az egyik fenológiai fázisból a másikba történő átmenet milyen gyorsan megy végbe, s ezek a változások milyen kapcsolatban vannak a meteorológiai viszonyokkal.

A fejlődési ütem és a meteorológiai elemek közötti kapcsolat

Az agroklimatológiában fontos tudni azt, hogy mely meteorológiai elemek és milyen mértékben befolyásolják a növények fejlődési ütemét. A már említett hosszú fenológiai adatsor lehetőséget ad arra, hogy ezt a kapcsolatot megfigyelési adatok alapján is megvizsgáljuk. Megvizsgáltuk, hogy az ily módon az egyes fenofázisokra számszerűsített fejlődési ütem és az azt befolyásoló környezeti elemek: hőmérséklet, nappalhosszúság és a talajnedvesség között milyen kapcsolat van.

Hőmérsékleti hatás. Az előzőekben kiválasztott fenofázisok alatti fejlődési ütemre gyakorolt hőmérsékleti hatást a 9. táblázatban mutatjuk be.

9. táblázat Az egyes fenofázisok középhőmérsékletei és a fenofázisok átlagos fejlődési ütemei közötti összefüggések korrelációs hányadosai

Table 9. Correlation coefficients of relationship between average temperature and rate of development

Megfigyelőhely (1)	Vetés–kelés (2)	Kelés– szárbaindulás (3)	Szárbaindulás– virágzás (4)	Virágzás– teljes érés (5)
Debrecen	0,79	0,09	0,64	0,80
Iregszemcse	0,83	0,30	0,77	0,57
Kompolt	0,80	0,21	0,58	0,48
Mosonmagyaróvár	0,80	0,29	0,74	0,64
Székkutas	0,91	0,96	0,74	0,44
Szombathely	0,77	0,30	0,72	0,54
Tordas	0,78	0,17	0,86	0,78

(1) Experimental site; (2) Sowing–emergence; (3) Emergence–shooting; (4) Shooting–flowering; (5) Flowering–ripening

Látható a 9. táblázatban bemutatott korrelációs hányadosokból, hogy a hőmérsékleti hatás különösen erős a vetés–kelés szakaszban. A hideg időszakban a hőmérsékleti hatás ugyan megmarad, de jelentősen mérséklődik. A szárbaindulás–virágzás időszakban a hatás ismét erősebbé válik és még a reprodukív szakaszban is erős marad. Érdekes, hogy ezek az értékek jóval meghaladják a Schmidt et al (1996) által az ősziárpa-fejlődés hőmérsékletfüggését bemutató r értékeket.

A nappalhosszúság hatása. A vetés–kelés szakaszban a növény magállapotban a talajban van, s ekkor nyilvánvalóan a talajhőmérséklet és a talajnedvesség az, amely közvetlen hatást gyakorol rá. A nappalhosszúságnak ekkor a növény fejlődése szempontjából nincs közvetlen jelentősége, a későbbiekben viszont ez a sugárzási tényező is direkt módon befolyásolhatja az őszi búza fejlődését. A nappalhosszúság a virágzás tájékán kiemelt jelentőségűvé válik – mert a növény további fejlődésének indukáló tényezője lesz – a növények jelentős részénél, s így a hosszúnappalos őszi búza esetén is. Ugyanakkor érdemesnek találtuk megvizsgálni azt, hogy a teljes tenyészidőszakot felölelő egyes fenofázisokban milyen hatással van a nappalhosszúság a növény fejlődési ütemére. Az eredményeket a 10. táblázat mutatja.

10. táblázat Az egyes fenofázisok átlagos nappalhosszai és a fenofázisok átlagos fejlődési ütemei közötti összefüggések korrelációs hányadosai

Table 10. Correlation coefficients of relationship between average length of daytime and rate of development

Megfigyelőhely (1)	Vetés–kelés (2)	Kelés– szárbaindulás (3)	Szárbaindulás– virágzás (4)	Virágzás– teljes érés (5)
Debrecen	0,59	0,07	0,34	0,34
Iregszemcse	0,75	0,76	0,64	0,30
Kompolt	0,42	0,38	0,37	0,07
Mosonmagyaróvár	0,59	0,70	0,53	0,40
Székkutas	0,60	0,95	0,48	0,10
Szombathely	0,68	0,36	0,47	0,60
Tordas	0,77	0,57	0,48	0,26

(1) Experimental site; (2) Sowing–emergence; (3) Emergence–shooting; (4) Shooting–flowering; (5) Flowering–ripening

A 10. táblázat adatai azt mutatják, hogy lényegében minden fenofázisban hatással van a nappalhossz a növény fejlődési ütemére. A vetés–kelés szakaszban található magas korrelációs hányadosok valószínűleg elsősorban a nappalhosszúság és a hőmérséklet közötti szoros kapcsolat következményei. A kelés és a szárbaindulás szakaszban, valamint a szárbaindulás–virágzás szakaszban a fokozatosan növekvő nappalhosszúságok hatása jelentkezik. A nappalhosszúság a virágzás–teljes érés szakaszban alig változik, ekkor vannak a leghosszabb nappalok, s már a hatásuk is gyengül.

A talajnedvesség hatása. Megvizsgáltuk a talajnedvesség hatását is. A kapott eredményeket a 11. táblázat tartalmazza. Látható a táblázatból, hogy a talajnedvesség a vegetációs periódus során nem játszik kiemelkedő szerepet a növényfejlődés alakulásában. Penning de Vries et. al. (1989) szerint a vízstressz lassítja vagy gyorsítja a növény fejlődését, azonban úgy látszik, hogy már egy mérsékelt szintű vízstressz sincs közvetlen hatással fejlődésre. Ennek valószínűleg az az oka, hogy – amint arra korábban rámutattunk – az őszi búza vegetációs periódusa alatt a talaj vízellátottsága kedvező a növény számára. Természetesen – mint korábban már említettük – ugyanakkor igen fontos a mag csírázása szempontjából, hogy a talajban legalább a hasznos vízkapacitás 20%-ának megfelelő mennyiségű víz legyen.

11. táblázat Az egyes fenofázisok relatív talajnedvességének átlagos értékei és a fenofázisok átlagos fejlődési ütemei közötti összefüggések korrelációs hányadosai

Table 11. Correlation coefficients of relationship between average soil moisture and rate of development

Megfigyelőhely (1)	Vetés–kelés (2)	Kelés– szárbaindulás (3)	Szárbaindulás– virágzás (4)	Virágzás– teljes érés (5)
Debrecen	0,30	0,55	0,40	0,37
Iregszemcse	0,42	0,26	0,34	0,13
Kompolt	0,32	0,48	0,24	0,17
Mosonmagyaróvár	0,19	0,20	0,23	0,24
Székkutas	0,12	0,41	0,38	0,38
Szombathely	0,45	0,31	0,30	0,03
Tordas	0,45	0,37	0,47	0,50

(1) Experimental site; (2) Sowing–emergence; (3) Emergence–shooting; (4) Shooting–flowering; (5) Flowering–ripening

KÖVETKEZTETÉSEK

A hazánk viszonylag csekély észak–déli irányú kiterjedése következtében a meteorológiai viszonyok alakulásában tapasztalható mérsékelt területi változékonyság a fenológiai jelenségek és fázisstartamok földrajzilag szintén kiegyenlített, kis különbségeket mutató képét rajzolta ki; az őszi búza tenyészidőszakának hossza a különböző állomások között lényegében mindössze másfél hetes ingadozást mutatott. Ezzel egybecsengően az egyes fenológiai szakaszokra jellemző napi fejlődési ütemek szintén meglehetősen uniform módon alakultak Magyarország egész területén.

Az őszi búza-fenofázisok különböző helyeken észlelt bekövetkezési időpontjainak vizsgálata arra mutatott rá, hogy a különböző földrajzi helyek ugyanazon fenofázisai közötti kapcsolatok általában szorosnak mondhatók, s ez akár hiányzó adatok megbízható pótlására is lehetőséget nyújthat.

A tenyészidőszak meteorológiai viszonyainak elemzése az őszi búza termesztésének kritikus pontjaira mutatott rá. Ezek közül kiemelhető a vetés idején tapasztalható talajnedvesség minimum, mely szélsőséges esetben – és főként az Alföldön – a kezdeti fejlődés kockázati tényezője is lehet. Ugyanakkor elmondható, hogy általában a termikus viszonyok jelentősebb befolyást gyakorolnak legfontosabb élelmisznővényünk fejlődésére.

Agroclimatological analysis of winter wheat phenological phases on the base of long phenological data series

ZOLTÁN VARGA-HASZONITS – ZOLTÁN VARGA

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Agrometeorological Department of Institute of Mathematics, Physics and Informatics
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Since winter wheat is one of the most important food crops in Hungary it was considered to be important to study both the phenological conditions and the relationship between the development of winter wheat and the meteorological elements that are the most variable environmental factors on the base of the longest available domestic data series. For our investigations the agroclimatological databank of the Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of West Hungary was used. This database contains not only the dates and length of phenological phases, but also the daily values of meteorological factors. The sites of phenological observations represent different regions of the country. Regional variability of winter wheat phenology was quantified, meteorological risk factors of winter wheat production were analyzed and also methodological results – concerning phenological data processing – were achieved in our studies and published in this scientific paper.

Keywords: winter wheat, phenology, agroclimatology, phenological phase.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- Charles-Edwards, D. A. – Doley, D. – Rimmington, G. M.* (1986): Modelling plant growth and development. Academic Press, Sidney, 235.
- Doorenbos, J. – Kassam, A. H.* (1986): Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. FAO, Rome, Italy.
- Erdélyi É. – Ferenczy A. – Boksaí D.* (2008): A klímaváltozás várható hatása a kukorica és az őszi búza fenofázisainak alakulására. „Klíma-21” Füzetek, **53.**, 115–130.

- van Keulen, H. – Seligman, N. G. (1987): Simulation of water use, nitrogen nutrition and growth of a spring wheat crop. Pudoc, Wageningen, 310.
- Kováts A. (1996): A búza morfológiája, fejlődése. In: Bocz E. (szerk.): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 224–238.
- Mándy Gy. (1960): Adatok a magyar búzák ökológiájához I., Agrobotanika II. kötet, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 31–42.
- Paltridge, G. W. – Platt, C. M. R. (1976): Radiative processes in meteorology and climatology. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, Oxford, New York.
- Penning de Vries, F. W. T. – Jansen, D. M. – ten Berge, H. F. M. – Bakema, A. (1989): Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. Pudoc Wageningen, 271.
- Porter, J. R. – Gawith, M. (1999): Temperatures and the growth and development of wheat: a review. European Journal of Agronomy **10.**, 23–36.
- Schmidt R. – Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Buruczky F. (1996): Az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) fejlődése és a meteorológiai tényezők közötti kapcsolat. Acta Agronomica Óváriensis. **38.**, (1–2) 1–21.
- Shaykewich, C. F. (1995): An appraisal of cereal crop phenology modelling. Canadian Journal of Plant Science **75.**, 329–341.
- Streck, N. A. – Weiss, A. – Xue, Q. – Baenziger, P. S. (2003): Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. Agricultural and Forest Meteorology **115.**, 139–150.
- Szabó L. Gy. (1986): A búza alaktana és fejlődése. In: Barabás Z. (szerk.): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 45–87.
- Szabó M. (1986): Fajtakérdés, fatarotáció, fajtavédelem. In: Barabás Z. (szerk.): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 237–250.
- Szabó M. (1996): A fajta jelentősége a termesztésben, fajtarotáció. In: Bocz E. (szerk.): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 240–242.
- Szakály J. (1963): Hazai őszi búza fajták fenológiai jelenségei. Beszámoló az 1962-ben végzett tudományos kutatásokról. OMI Hivatalos Kiadványai, XXVI. kötet, 334–348.
- Varga-Haszonits Z. – Lexa I. (1967): Útmutatás fenológiai megfigyelésekre. Kézirat gyanánt. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Varga-Haszonits Z. (1973a): A növényfenológiai megfigyelések és feldolgozások módszerei. Beszámoló az 1970-ben végzett tudományos kutatásokról. Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos Kiadványai XXXVII. kötet, 81–87.
- Varga-Haszonits Z. (1973b): Az őszi búza fenofázisainak bekövetkezési időpontjai és tartamai. Beszámoló az 1970-ben végzett tudományos kutatásokról. Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos Kiadványai XXXVII. kötet, 88–93.
- Varga-Haszonits Z. (1977): Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 224.
- Varga-Haszonits Z. – Tölgyesi L. (1990): A globálsugárzás és a fotoszintetikusan aktív sugárzás számítása rövid időszakokra. Beszámoló az 1986-ban végzett tudományos kutatásokról. OMSz, Budapest, 109–132.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

VARGA-HASZONITS Zoltán – VARGA Zoltán

Nyugat-magyarországi Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

E-mail: varzol@mtk.nyme.hu